



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Nieliniowe układy sterowania

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Systemu sterowania i robotyki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1 / 2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Kozłowski

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: krzysztof.kozlowski@put.poznan.pl

tel. 61 6652199

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z przedmiotów takich jak Teoria sterowania, Analiza matematyczna oraz Algebra.

Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu objętego wymaganą wiedzą oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji.

Kompetencje Społeczne: Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.



### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom wiedzy z nieliniowych układów sterowania a w szczególności wiedzy związanej z zastosowaniem grup i algebr Liego w sterowaniu układami nieliniowymi. W konsekwencji studenci będą przygotowani do rozwiązywania zagadnień związanych z stabilnością tych układów oraz ich synteza.
2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów syntezy układów nieliniowych za pomocą najnowszych narzędzi matematycznych jak również umiejętności powiązania teorii z praktyką.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki obejmującą algebrę, geometrię, analizę, probabilistykę oraz elementy matematyki dyskretnej i logiki, w tym metody matematyczne i metody numeryczne niezbędne do opisu i analizy własności liniowych i podstawowych nieliniowych systemów dynamicznych i statycznych, opisu i analizy wielkości zespolonych, - [K\_W1]
2. opisu procesów losowych i wielkości niepewnych, opisu i analizy systemów logicznych kombinacyjnych i sekwencyjnych, opisu algorytmów sterowania i analizy stabilności systemów dynamicznych, opisu, analizy oraz metod przetwarzania sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości, numerycznej symulacji systemów dynamicznych w dziedzinie czasu ciągłego i czasu dyskretnego; - [K\_W1]
3. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie metod analizy i projektowania systemów sterowania; - [K\_W7]
4. ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z systemami sterowania i układami kontrolno-pomiarowymi; - [K\_W11]
5. ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu automatyki i robotyki i pokrewnych dyscyplin naukowych; - [K\_W12]

#### Umiejętności

1. pozyskiwać informacje z literatury, dokumentacji technicznych oraz innych źródeł także w języku angielskim; - [K\_U1]
2. potrafi przeprowadzić symulację i analizę działania złożonych układów auto-matyki oraz zaplanować i przeprowadzić weryfikację eksperymentalną; - [K\_U9]
3. potrafi wyznaczać modele prostych systemów i procesów, a także wykorzystać je do celów analizy i projektowania układów automatyki i robotyki; - [K\_U10]
4. potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania systemów sterowania lub systemów robotyki; posiada także umiejętność doboru systemów automatyki z wykorzystaniem sterowników programowalnych; - [K\_U19]



5. potrafi krytycznie ocenić i dobrać odpowiednie metody i narzędzia do rozwiązania zadania z zakresu automatyki i robotyki; potrafi wykorzystać narzędzia nowatorskie i niekonwencjonalne z zakresu automatyki i robotyki oraz kształtować własności dynamiczne torów pomiarowych; - [K\_U22]

#### Kompetencje społeczne

1. posiada świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania; potrafi kierować zespołem, wyznaczać cele i określać priorytety prowadzące do realizacji zadania; - [K\_K3]
2. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; - [K\_K4]

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie ćwiczeń laboratoryjnych:

na podstawie oceny bieżącego postępu rozwiązywanych zadań laboratoryjnych,

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym z przedmiotu, który składa się z 4 zadań problemowych za które można uzyskać 20 punktów (po 5 punktów za każdy problem).
- ii. ocenę wiedzy i umiejętności na podstawie indywidualnego omówienia wyników z egzaminu pisemnego (dodatkowe pytania kontrolne),

b) w zakresie ćwiczeń laboratoryjnych weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

ocenę przygotowania studenta do poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,
- ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,



- iii. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,
- iv. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.

### Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Algorytm rozszerzenia dynamicznego dla układu nieliniowego w postaci ogólnej:
  - a. szczegółowe omówienie przykładu obliczeniowego,
2. Model dynamiki suwnicy oraz synteza algorytmu sterowania:
  - a. wyprowadzenie równań dynamiki dla suwnicy wraz z przenoszonym ładunkiem,
  - b. równania dynamiki w postaci równań stanu,
  - c. generator trajektorii dla suwnicy wyprowadzenie wzorów ogólnych,
  - d. linearyzacja równań suwnicy w okolicy punktu pracy oraz sterowalność,
  - e. algorytm linearyzacji równań suwnicy wejście-wyjście,
  - f. wyprowadzenie algorytmu rozszerzenia dynamicznego dla suwnicy.
  - g. analiza symulacyjna wyprowadzonych równań.
3. Definicja algebry i grupy Liego:
  - a. formalna definicja algebry Liego wraz z przykładami (np.  $SO(2)$ ,  $SO(3)$ ),
  - b. analiza własności algebry Liego,
  - c. formalna definicja grupy Liego oraz omówienie ich podstawowych własności,
  - d. przykłady grup Liego i ich analiza,
  - e. szczegółowa analiza odwzorowania wykładniczego na  $SO(3)$ ,
  - f. szczegółowa analiza odwzorowania wykładniczego na  $SE(3)$ ,
  - g. definicja operacji dołączonej i jej przykłady w robotyce.
4. Definicja operacji lewoniezmienniczej i prawoniezmienniczej:
  - a. przykłady operacji niezmienniczych,
  - b. podstawowe własności operacji niezmienniczych,



5. Definicja układu na grupie Liego:
  - a. przykład opisu układu na grupie Liego,
  - b. definicja błędu na grupie Liego dla robota dwukołowego z napędem różnicowym,
  - c. wyprowadzenie równania różniczkowego błędu dla robota dwukołowego opisanego na grupie Liego,
  - d. wyprowadzenie algorytmu sterowania do punktu i odtwarzania trajektorii dla układu opisanego na grupie Liego.

Ćwiczenia laboratoryjne prowadzone są w formie siedmiu 2-godzinnych zajęć i obejmują następujące ćwiczenia praktyczne (ostatnie ćwiczenie ma charakter zaliczeniowy).

1. Wprowadzenie do modelowania za pomocą pakietu obliczeń symbolicznych w środowisku Matlab.
2. Wykorzystanie symetrii do projektowania sterownika i obserwatora stanu układów kinematycznych.
3. Metoda linearyzacji dynamicznej w sterowaniu robota typu monocykl.
4. Metoda perturbacji osobiwej i linearyzacja odwróconego wahadła.
5. Algorytm sterowania wahadłem Furuta.
6. Wykorzystanie linearyzacji i różniczkowej płaskości do sterowania suwnicą bramową ? metoda przybliżona.

### **Metody dydaktyczne**

Metody dydaktyczne:

1. Wykład: prezentacja tradycyjna na tablicy ilustrowana przykładami.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: cykl sześciu ćwiczeń praktycznych oraz zaliczenie laboratorium.

### **Literatura**

Podstawowa

Uzupełniająca



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	76	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	53	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) <sup>1</sup>	23	1,0

<sup>1</sup>niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności